

# **Metodologías activas y trabajo cooperativo en la enseñanza de Teoría de Circuitos.**

Julio J. Melero Estela melero@unizar.es

Jesús Sallán Arasanz, jsallan@unizar.es

Miguel Angel García García, magargar@unizar.es

Andrés Llombart Estopiñán, llombart@unizar.es

Departamento de Ingeniería Eléctrica, CPS, María de Luna 3, 50018 Zaragoza.

**Palabras clave:** Metodologías activas, trabajo autónomo, trabajo en grupo

## **Resumen**

La materia “Teoría de Circuitos y Laboratorio de Electricidad” en primer curso de la titulación de Ingeniería Industrial supone un reto tanto para estudiantes como para profesores. La mayoría de los alumnos han de enfrentarse tanto a conceptos y técnicas desconocidos en su mayor parte. Este hecho sumado a la dificultad añadida de la carencia de una base matemática sólida, debida a la situación de la asignatura en la titulación., hacen que el índice de fracaso y abandono en la asignatura sea muy alto. El reto de los profesores consiste en disminuir dicho índice aplicando metodologías docentes distintas a las formas clásicas de impartir las clases.

La implantación de un grupo rotado en el CPS ha facilitado la aplicación de nuevas metodologías docentes para mejorar los resultados globales. Estas metodologías han consistido fundamentalmente en incentivar el trabajo autónomo de los alumnos y en realizar puestas en común y trabajo cooperativo durante las horas lectivas. Los resultados obtenidos han sido una mejora sustancial tanto en la motivación de los alumnos como en su evaluación objetiva final.

## 1. Introducción.

El Plan de Estudios según el cual se imparte actualmente la titulación de Ingeniería Industrial en el Centro Politécnico Superior de la Universidad de Zaragoza, arrancó en el curso 1994/95. La organización de estos estudios es semestral (10 semestres) con una carga total de 373,5 créditos. En el primer ciclo se cursan 186 créditos y en el segundo ciclo 187,5 créditos, repartidos en semestres tal y como se puede ver en la Tabla 1.

**Tabla 1.-** Distribución del número de créditos para primer y segundo ciclo de Ingeniería Industrial.

### *Primer ciclo*

Semestre	1º	2º	3º	4º	5º
Créditos	37.5	37,5	34.5	37.5	39.0

### *Segundo ciclo*

Semestre	6º	7º	8º	9º	10º
Créditos	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5

Estos 373,5 créditos totales se dividen en 276 créditos de carácter troncal u obligatorio y 97,5 créditos de carácter optativo y de libre elección, siendo su distribución la mostrada en la Tabla 2.

**Tabla 2.-** Distribución de asignaturas troncales, obligatorias y optativas.

<i>Ciclo</i>	<i>Asignaturas</i>	<i>Créditos</i>
1º	Asignaturas troncales y obligatorias	162.0
1º	Asignaturas optativas (mínimo a cursar)	9.0
2º	Asignaturas troncales y obligatorias	114.0
2º	Asignaturas optativas no técnicas (mínimo a cursar)	3.0
2º	Restantes asignaturas optativas (mínimo a cursar)	33.0
-	Créditos de libre elección	37.5
-	Proyecto fin de carrera	15.0
	<b>TOTAL</b>	<b>373.5</b>

La disciplina de Teoría de Circuitos y Laboratorio de Electricidad se ubica en el segundo semestre de esta titulación. Está formada por dos asignaturas, una de carácter troncal (Teoría de Circuitos) y otra obligatoria de universidad (Laboratorio de Electricidad). Ambas asignaturas se imparten y se evalúan de manera conjunta, y en su organización no es posible distinguir que parte corresponde a cada una de ellas. De la

misma manera, no es posible superar una parte de la asignatura independientemente de la otra.

Al estar ubicada en el segundo semestre, la disciplina Teoría de Circuitos y Laboratorio de Electricidad está acompañada de las asignaturas tradicionalmente consideradas básicas en Ingeniería, es decir, aquellas englobadas dentro de las disciplinas de las matemáticas, la física, la química y el dibujo técnico.

En la Tabla 3 se observan las asignaturas que se han impartido en el cuatrimestre anterior y las asignaturas que se imparten simultáneamente en el tiempo con la disciplina que nos ocupa.

**Tabla 3.-** Asignaturas de primer curso de Ingeniería Industrial.

<i><b>Primer Semestre</b></i>	<i>Créditos T.</i>	<i>Créditos Pr.</i>	<i>Total</i>
Algebra (T)	4.5	1.5	6.0
Cálculo (T) y Operadores tensoriales y diferenciales (O)	4.5	4.5	9.0
Física general (T)	4.5	3.0	7.5
Expresión gráfica (T)	4.5	3.0	7.5
Fundamentos de informática (T)	4.5	3.0	7.5
<b>TOTAL</b>	<b>22.5</b>	<b>15.0</b>	<b>37.5</b>
<i><b>Segundo Semestre</b></i>	<i>Créditos T.</i>	<i>Créditos Pr.</i>	<i>Total</i>
Ecuaciones diferenciales (T) y Transformadas integrales (O)	4.5	3	7.5
Mecánica (T)	4.5	3.0	7.5
<b>Teoría de circuitos (T) y Laboratorio de electricidad (O)</b>	<b>4.5</b>	<b>3.0</b>	<b>7.5</b>
Fundamentos químicos de la ingeniería (T)	4.5	3.0	7.5
Propiedades termodinámicas (O) y Termodinámica Técnica (T)	4.5	3.0	7.5
<b>TOTAL</b>	<b>22.5</b>	<b>15.0</b>	<b>37.5</b>

En esta tabla se señalan con “T” las asignaturas troncales y con “O” las asignaturas obligatorias de universidad. Asimismo, se desglosa para cada una de ellas, los créditos teóricos y los créditos prácticos (problemas + prácticas de laboratorio)

Algunas de las asignaturas impartidas en el semestre anterior, tales como Álgebra, Cálculo y Física, le sirven de base a la disciplina elegida, siendo también importantes las competencias que se adquieren en disciplinas que se imparten simultáneamente en el tiempo con ella, tales como Ecuaciones diferenciales.

Teoría de Circuitos y Laboratorio de Electricidad es una disciplina básica para todas aquellas asignaturas que en cursos posteriores están encuadradas dentro de lo que podría denominarse “Bloque Eléctrico”. Dentro de las asignaturas del primer ciclo a las que sirve de “asignatura instrumental” se pueden citar Tecnología Electrónica (asignatura obligatoria del 3er semestre) y Máquinas y Circuitos Eléctricos y Electrónica Básica (asignaturas optativas de primer ciclo). Las asignaturas de segundo ciclo que se fundamentan en los conocimientos adquiridos en la disciplina tratada son Máquinas Eléctricas (asignatura obligatoria del 6º semestre), Tecnología Eléctrica (asignatura troncal del 7º semestre) y todas las asignaturas optativas de segundo ciclo en cuya docencia está involucrado el Departamento de Ingeniería Eléctrica, tales como Máquinas eléctricas II, Líneas y redes eléctricas, Centrales y subestaciones eléctricas, Instalaciones eléctricas y luminotecnia, Electrometría e instrumentación industrial y Accionamientos y control de máquinas eléctricas. Existe otro buen número de asignaturas de segundo ciclo, en cuya docencia no está directamente involucrado el Dpto. de Ingeniería Eléctrica, a las que la disciplina en estudio también sirve de base, perteneciendo principalmente éstas al bloque relacionado con la Electrónica.

Dada la organización semestral de las enseñanzas y pensando en aquellos alumnos que no habían podido superar las todas las asignaturas del semestre precedente, desde hace unos cursos, en el Centro Politécnico Superior se creó un grupo en el que se impartía la docencia de dicho semestre anterior. De esta forma, durante el primer semestre existe un grupo en el que se imparte docencia correspondiente al 2º semestre; y durante el segundo semestre existe un grupo en el que se imparten asignaturas que originalmente se encuadraban en el primer semestre. Esto permite que dichos alumnos puedan matricularse en el primer semestre del curso siguiente de la totalidad de las asignaturas que tengan pendientes del año anterior, lo cual permite que completen el primer curso de los estudios sin tener que esperar a la docencia del segundo semestre. Dichos grupos se han denominado tradicionalmente “grupos rotados”. Aunque estos grupos rotados se han extendido posteriormente a todos los semestres de la titulación y en cursos superiores esta restricción ya no se da, para poder matricularse en el grupo rotado de asignaturas de primer curso, como es el caso de la disciplina que nos ocupa, es condición indispensable haber estado matriculado en el semestre anterior en dichas asignaturas.

A pesar de que es posible que en dicho grupo haya alumnos que, aun habiendo estado matriculados en el semestre anterior en las distintas disciplinas, no hayan estudiado ni se hayan presentado a los exámenes de las correspondientes convocatorias precedentes, el hecho de que esté totalmente formado por “alumnos repetidores” le confieren un carácter muy especial. Este hecho hizo que nos planteáramos la posibilidad de utilizar un método docente distinto al empleado en los grupos “tradicionales”.

## **2. La experiencia docente**

### **2.1. Antecedentes**

La docencia de la materia Teoría de Circuitos y Laboratorio de Electricidad viene realizándose según la metodología docente de la “Lección Magistral”. En un primer momento esto fue así por la inercia típica existente en nuestras aulas y departamentos. Con la llegada de nuevos profesores se comenzó a cuestionar por el equipo docente de esta materia tanto la forma de impartir la misma como la necesidad de producir materiales docentes específicos que facilitasen su estudio y asimilación por parte del alumno. Si bien, la segunda parte fue implantada con éxito (se crearon varios manuales de la asignatura y algunos complementos docentes para las prácticas de la misma) la primera ha sido difícilmente modificable por una serie de problemas comunes a muchas de las asignaturas de los primeros cursos de nuestra universidad. Estos problemas son fundamentalmente el elevado número de alumnos en cada uno de los grupos de la asignatura y las propias características de la misma que hacen que sea una materia impartida paralelamente a otras que son básicas en el desarrollo de la misma como ya se ha comentado anteriormente.

Se podría decir que estas son las excusas habituales del profesorado que pretende no alterar su metodología docente. Sin embargo, existen una serie de argumentos que justifican la utilización de esta metodología y que, en la situación actual de la Universidad en general, todavía no han sido rebatidos completamente. Estos son:

- El ahorro de tiempo y recursos. Impartir clases a un grupo numeroso supone una reducción de costos tanto en dedicación del profesorado como en recursos.
- Los estudiantes pueden acceder al estudio de disciplinas que resultan desalentadoras si se abordan sin un profesor que les sirva de orientación y guía.

- Es una primera aproximación a la materia objeto de estudio que permite a los alumnos ampliar y revisar posteriormente los conceptos a partir de una base firme.
- El profesor suele realizar un compendio de los materiales y recursos existentes y “filtra” los contenidos importantes a los alumnos aportando así una visión más equilibrada.
- El profesor sirve como elemento motivador del alumno para una disciplina determinada.

En cualquier caso, el equipo docente de la asignatura lleva tiempo implantando mejoras sobre el argumento de la “Lección Magistral”. Estas mejoras se fundamentan sobre todo en la unificación de contenidos y evaluación de la materia así como en la mejora de sus competencias docentes mediante cursos de formación pedagógica. Los contenidos se han unificado hasta el punto de que las notas del profesor para impartir cada una de las clases son únicas para todos los miembros del equipo docente. Asimismo, durante el curso se realizan reuniones periódicas de seguimiento para comprobar la evolución de cada grupo de docencia y evitar posibles desviaciones que produzcan confusión en los alumnos. Se trata de evolucionar la “Lección Magistral” pura hacia la “Lección Magistral” participativa.

## **2.2. Metodologías activas en el “grupo rotado”.**

La inquietud del grupo de profesores de la asignatura por la mejora de sus técnicas docentes llevó al mismo hace tres años a utilizar el “grupo rotado” para iniciar una experiencia de metodologías activas en la docencia.

Como ya se ha comentado, el “grupo rotado” tiene unas peculiaridades únicas en el marco de los grupos docentes de la asignatura donde cabe destacar, fundamentalmente, dos:

- El número de alumnos es generalmente inferior al del resto de grupos.
- Todos los alumnos tienen ya una aproximación previa a la asignatura (son repetidores) lo que facilita la aplicación de técnicas de trabajo autónomo y en grupo previas al desarrollo de las clases presenciales.

La experiencia ha consistido en fomentar el trabajo autónomo así como realizar trabajos en grupo y seguimiento personalizado de los alumnos. El menor número de alumnos en este grupo es fundamental para que el profesor pueda hacer este seguimiento personalizado con los alumnos que asisten a clase. Para fomentar el trabajo autónomo se establecen una serie de trabajos semanales directamente relacionados con los contenidos de las clases presenciales de la siguiente semana. En muchos casos estos trabajos consisten en la elaboración de unos apuntes personalizados que el profesor revisa y devuelve a los alumnos previamente a la exposición de sus contenidos en clase. De esta forma, las clases presenciales dedicadas a “Lección Magistral” se reducen y concentran, limitándose el profesor a realizar un repaso de los contenidos e incidir fundamentalmente en las cuestiones problemáticas para los alumnos. En otras ocasiones, los trabajos consisten en la resolución de problemas que el profesor corrige para cada alumno, realizando posteriormente una revisión y puesta en común. Durante estas puestas en común los alumnos se encargan generalmente de explicar a sus compañeros como han solucionado los problemas y como han afrontado las distintas dificultades de los mismos bajo la supervisión del profesor.

Parte de las clases presenciales se dedican también a realizar trabajo en grupo consistente en la resolución de problemas y casos prácticos de la materia en estudio. En estos casos también se realiza la puesta en común por parte de los alumnos o del profesor cuando éste lo considera necesario.

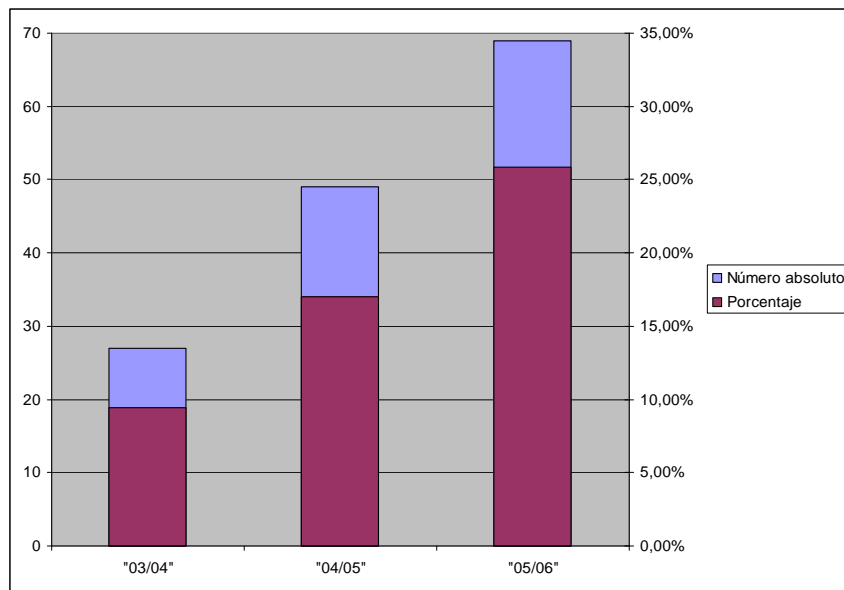
Todas estas tareas y metodologías hacen protagonista al alumno en el proceso de aprendizaje y requieren por tanto de una recompensa o estímulo que éste pueda valorar de forma práctica y le implique directamente en el desarrollo de la docencia. Esta recompensa consiste en una valoración de los trabajos que realiza el alumno, tanto de forma autónoma como en las puestas en común en las clases presenciales, en la nota final de la asignatura. Dicha valoración es un 10 % de la nota final.

### **3. Resultados obtenidos**

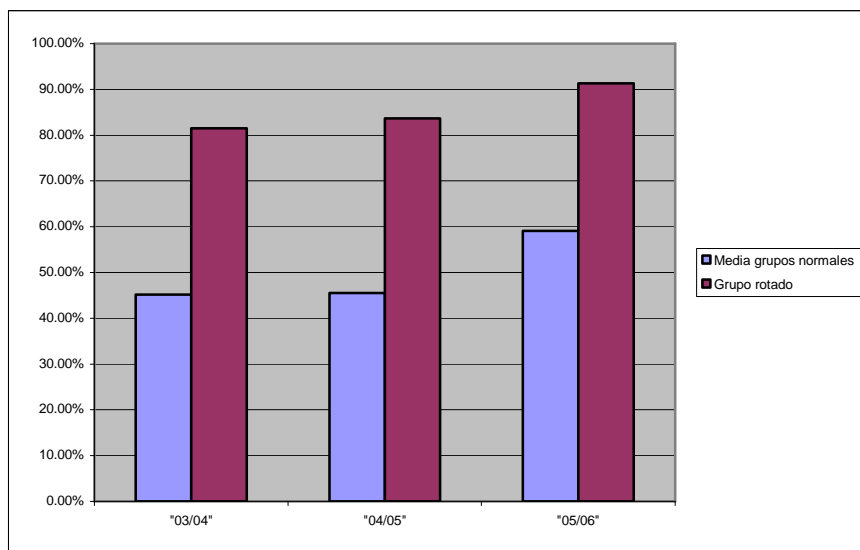
Para evaluar los resultados obtenidos con la experiencia descrita anteriormente se han considerado los resultados académicos de los últimos tres cursos.

En primer lugar se ha estudiado la evolución de la matrícula en el “grupo rotado”. El número de matriculados en el primer año fue sensiblemente menor que en los dos

últimos, como puede observarse en la Figura 1. Esto se debe sin duda a la nula difusión de esta metodología entre los propios alumnos. Se observa sin embargo que la tendencia de matrícula es claramente ascendente según se difunde la metodología entre los alumnos, lo cual parece ser un indicativo de sus preferencias por este método docente. Esta evolución puede parecer contraproducente para las propias premisas de la experiencia docente dado que uno de los puntos de partida es el reducido grupo de alumnos. Sin embargo, la experiencia demuestra que a pesar de que el número de matriculados se incrementa, su asistencia a clase está situada entre 20 y 30 alumnos.



**Figura 1.-** Relación de alumnos matriculados en el grupo rotado (absoluto y en porcentaje respecto del total de matriculados) para los cursos 2003/2004 a 2005/2006

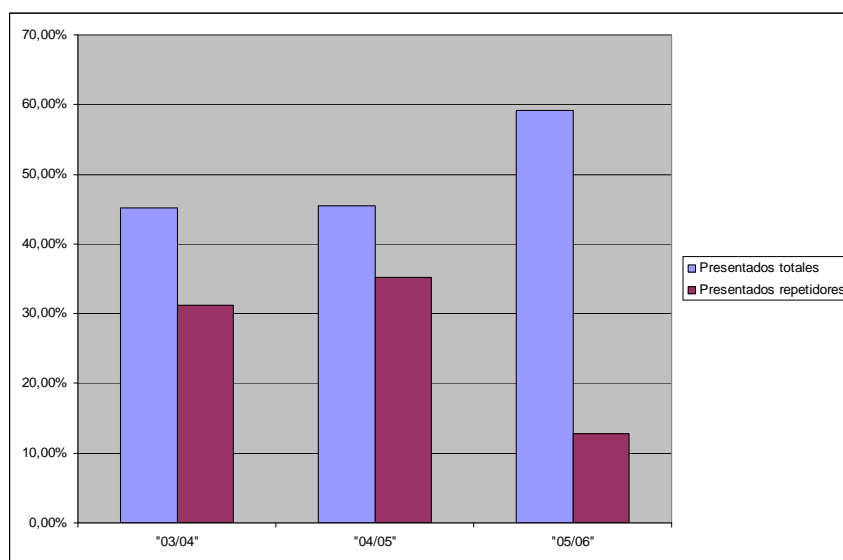


**Figura 2.-** Relación de alumnos presentados en primera convocatoria frente a matriculados para los cursos 2003/2004 a 2005/2006 para los grupos normales y para el grupo rotado

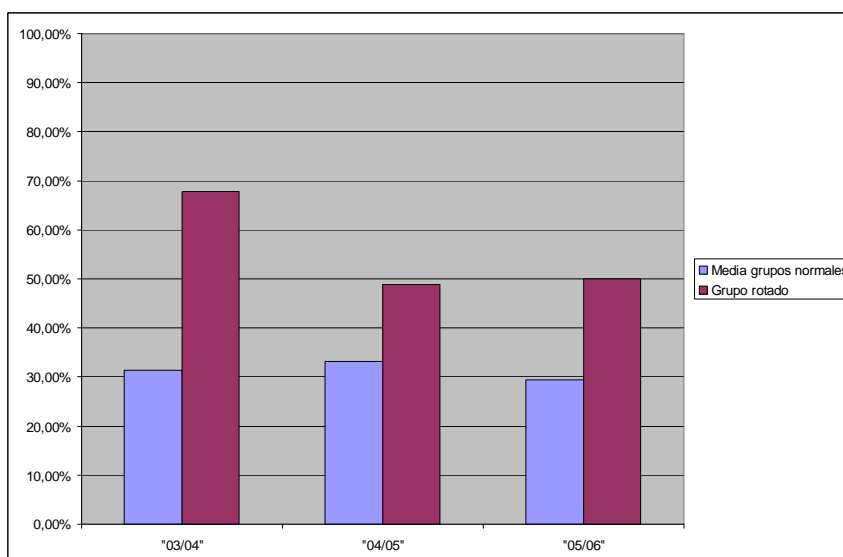


En segundo lugar se estudió el número de alumnos presentados a la evaluación final de la asignatura. Los resultados se muestran en la Figura 2. Se observa claramente que el número de presentados es mucho mayor en el “grupo rotado” que en el resto. Esta comparación muestra que la metodología utilizada, al menos, fomenta la motivación de los alumnos, dado que el número de presentados en el “grupo rotado” es claramente superior al del resto de grupos.

Podría parecer que el alto número de alumnos presentados en el “grupo rotado” sea debido a que todos son “alumnos repetidores”. Sin embargo, y como se aprecia en la Figura 3, esto no es así dado que el número de alumnos repetidores presentados en el resto de grupos es sensiblemente menor.



**Figura 3.-** Relación de alumnos presentados en primera convocatoria frente a matriculados para los cursos 2003/2004 a 2005/2006 para los grupos normales (resultados totales) y para los alumnos repetidores de estos mismos grupos

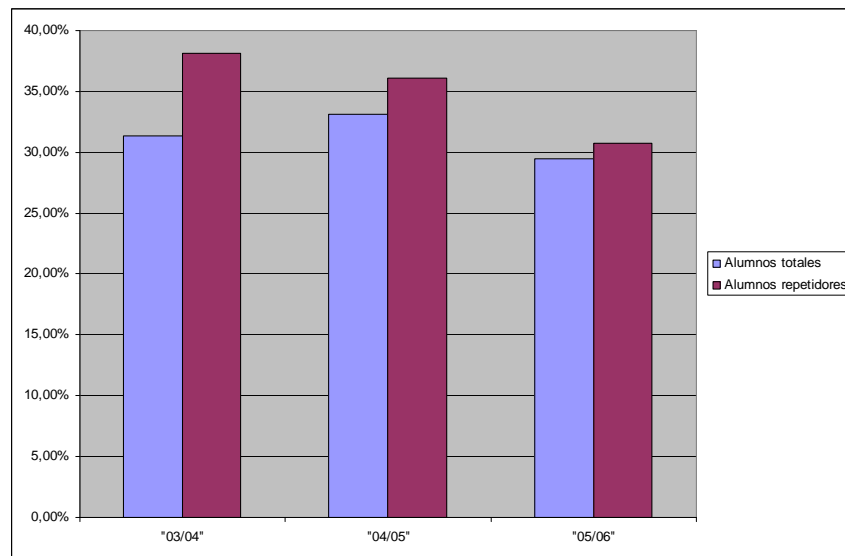


**Figura 4.-** Relación de alumnos aprobados frente a presentados para los cursos 2003/2004 a 2005/2006 para los grupos normales y para el grupo rotado

El siguiente punto a verificar fue el de resultados objetivos. En la Figura 4 se representa el porcentaje de alumnos aprobados respecto a presentados para el “grupo rotado” y el resto de grupos.

Se observa que el porcentaje de aprobados es mayor siempre en el caso del grupo rotado, rondando el 50 % en los dos últimos años. El primer año del grupo rotado puede considerarse un caso particular dada la baja matrícula que hubo en el mismo como ya se ha visto en la Figura 1.

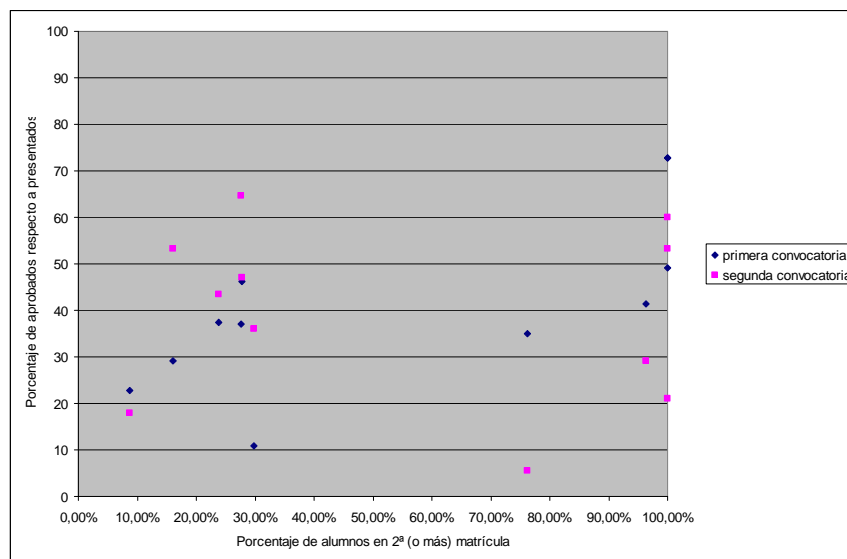
De nuevo podría parecer que el éxito en el “grupo rotado” es mayor por ser todos los alumnos “repetidores”. Para verificar esto se ha representado en la Figura 5 el porcentaje de aprobados frente a presentados para los grupos “normales”. Se representa además el porcentaje de aprobados “repetidores” frente a su total. Se observa que habitualmente aprueban más alumnos repetidores en términos globales. Sin embargo, la diferencia en ningún caso llega a los valores observados para el grupo rotado.



**Figura 5.-** Relación de alumnos aprobados frente a presentados para los cursos 2003/2004 a 2005/2006 para los grupos normales y para los alumnos repetidores de estos mismos grupos

Para poder analizar la relación entre los buenos resultados y el método, hay que tener en cuenta, como ya se ha dicho, que los alumnos del grupo rotado son todos alumnos “repetidores”. Para poder discernir el efecto del número de alumnos repetidores se ha realizado una gráfica en la que cada punto indica el porcentaje de aprobados frente a presentados en el eje y, y el porcentaje de repetidores en cada curso para cada

convocatoria. En la Figura 6 se observa a la derecha (100% de repetidores) los resultados para el grupo rotado situados en 50% o superior excepto en un caso (el primer año). Frente a esto, el resto de datos se sitúa en torno al 20% de repetidores salvo uno de los cursos en el que el porcentaje de repetidores es mucho más alto, el porcentaje de aprobados es inferior al resto. Haría falta estudiar más casos para obtener conclusiones más rotundas, sin embargo, los datos apuntan que los resultados del método mejoran sensiblemente los obtenidos mediante el método de “Lección Magistral”.



**Figura 6.-** Porcentaje de alumnos aprobados/presentados frente a porcentaje de alumnos en 2º matrícula/totales por grupo para los cursos 2003/2004 a 2005/2006

#### 4. Conclusiones

Se ha realizado una experiencia docente consistente en la implantación de trabajo autónomo y en grupo en la materia “Teoría de Circuitos y Laboratorio de Electricidad” de primer curso de Ingeniería Industrial. Par fomentar la participación de los alumnos se ha establecido un criterio de valoración de sus trabajos reflejado en la evaluación final de la asignatura. Se ha comprobado la motivación de los alumnos por este tipo de metodologías frente a la tradicional. Finalmente se ha verificado que los resultados objetivos de la evaluación también son mejores.

## 5. Referencias bibliográficas

Resolución de 12 de septiembre de 1994 de la Universidad de Zaragoza por la que se hacen públicos los planes de estudios conducentes a la obtención de los títulos de Ingeniero en Informática, Ingeniero de Telecomunicaciones y Primer Ciclo de Ingeniero Industrial. BOE de 1 de febrero de 1995, pag. 3317.

Resolución de 27 de septiembre de 1996 de la Universidad de Zaragoza por la que se hace público el plan de estudios conducente a la obtención del título de Ingeniero Industrial, a impartir en el Centro Politécnico Superior. BOE de 23 de octubre de 1996, pag. 31793.

AMAT, O. (1994) Aprender a Enseñar. Ed. Gestión 2000. Barcelona.

BEARD, R. (1974) Pedagogía y didáctica de la Enseñanza Universitaria Oikos-Tau S. A. Barcelona.

BENEDITO, I. y ANTOLI, V. y otros (1988) Innovaciones en el Aprendizaje Universitario Ed. PPU., Promociones y Publicaciones Universitarias. Barcelona.

ROMAN SANCHEZ, J. M.; MUSITU, G.; PASTOR, E. y otros (1987) Métodos Activos para Enseñanzas Medias y Universitarias Ed. Cincel. Madrid.

PUJOL BALCELLS, J. y FONS MARTIN, J. L. (1981) Los Métodos en la Enseñanza Universitaria EUNSA. Pamplona.